

# 一种能大量消耗粉煤灰的多孔材料的初步研究

何涌 李超

(中国地质大学材料科学与化学工程学院, 武汉 430074)

**摘要:** 以武汉青山热电厂的粉煤灰为原料制作多孔材料. 其中的两种样品的孔隙率分别为45.8%和61%. 该材料可作为一种消音和隔热材料用于高速公路和城乡建设, 从而大量消耗粉煤灰以达到保护环境的目的.

**关键词:** 粉煤灰; 多孔材料; 环境保护.

**中图分类号:** X770.5; TB3 **文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-2383(2000)05-0526-03

**作者简介:** 何涌, 男, 副教授, 1955年生, 1999年毕业于中国地质大学研究生院, 获博士学位, 从事矿物材料和无机非金属材料方面的教学与研究.

粉煤灰是一种固体工业废弃物, 主要产于各大型火力发电厂. 为粉煤灰而建的存放地不仅占据了大片土地, 还对周边地区的环境造成了很大的破坏. 为解决环境污染问题, 各有关电厂和当地政府(包括世界各国政府)为之耗费了大量资金, 由于是被动处理, 收效不大. 之后, 人们采用主动的处理方式, 即把粉煤灰当作一种原料, 并将它转变成某种工业产品. 该方式既消耗了粉煤灰, 又产生经济效益. 迄今, 各种粉煤灰产品已被广泛地应用于多种领域<sup>[1]</sup>. 但到目前为止, 人们仍没能解决这个问题, 粉煤灰的消耗量远小于粉煤灰的产出量. 既然解决这个问题的关键是消耗完粉煤灰, 我们的任务就是开发出一些能大量消耗粉煤灰的产品. 基于这个目的, 作者开展了制作粉煤灰多孔材料的研究. 本文是其中的一部分.

## 1 粉煤灰的特征

研究用的粉煤灰取自武汉青山热电厂. 该粉煤灰的基本特征与前人的描述一致<sup>[1,2]</sup>, 本文仅讨论一些与研究有关的特点. 该粉煤灰的85%左右为玻璃体, 成分11%为碳, 其他为各种晶体和铁质. 玻璃体由85%左右黑色玻璃体和玻璃珠球, 15%左右的

白色和黄白色玻璃珠球构成. 实验中, 我们用永久磁铁分选铁质, 但它们未能被永久磁铁完全清除, 剩1%左右. 实验结果表明, 其他永久磁铁未能选出的铁质含于玻璃体和玻璃珠球中. 需要指出的是, 本文后面所讨论的粉煤灰指永磁去铁后的粉煤灰.

由于粉煤灰的主体为玻璃, 作者决定制作粉煤灰玻璃多孔材料. 青山热电厂粉煤灰的初融温度为1250℃左右, 熔融温度为1550℃. 熔融体的粘度很大, 颜色为褐黑色, 说明其中的SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>组分很高.

该电厂粉煤灰中的碳主要分布在较粗粒的黑色玻璃体和玻璃珠球中(表1). 这些碳质在600℃左右挥发.

烧结之后, 所有样品中都不再见空心珠球, 皆为具玻璃光泽、透明和半透明的无色、土黄色和黄褐色实心粒子, 它们彼此相连, 构成多孔的结构; 材料没有裂纹, 孔隙分布均匀. 3号样的收缩率25.5%; 小于340目细粉煤灰的烧成样品中几乎没有孔隙, 其收缩率40%.

值得指出的是, 4号样和5号样是同一样本的两个样. 其中5号样先经过水浸泡处理, 其目的是想使样品中的颗粒堆积得更紧密一些; 在吸出样品表面的水时, 同时也吸出了漂浮在表面的黑色漂珠, 然后在≤150℃下烘干. 烧结之后发现该样不但没有减少孔隙, 反而大大增加了材料的孔隙率. 有意义的是该样品的表面还形成一约1mm厚的浅白色层.

收稿日期: 2000-05-15

基金项目: 湖北省废物地质处置与环境保护重点实验室开放基金.

镜下观察发现,该层中的玻璃粒子很少含有褐色铁斑,该层下的样品与本研究中的其他样品一样,都无序地含有30%左右的黄褐色铁斑.水处理所产生现象的原因和作用目前尚没有查明,但其意义很重要.就现象而言,铁质—碳质—浮珠之间似乎存在某种相关关系.

## 2 粉煤灰多孔玻璃的制作与材料特征

作者以小于150~大于200目的粉煤灰为材料的主体.考虑粉煤灰主要是玻璃体,掺入少量小于340目的粉煤灰玻璃,以起助熔、联结作用.原料的比例与材料烧结前后的特点都列入表1中.所有样品在1350℃下保温30min,然后随炉冷却.5个烧成多孔材料样品的有关质量值列于表2中.由表2中的质量值计算出的材料的有关物理参数列于表3中.

表2中的数据是根据美国标准(据文献[3])获得的.该标准要求先称得材料的干重( $D$ ),然后将材料在沸水中煮5h,随水冷却,静置24h后,称得样品的湿重( $W$ ,含水材料在空气中的质量)和材料在水中的质量( $S$ ).表3中各字母的物理意义如下: $V$ (外观体积) $=W-S$ ;  $B$ (体密度) $=D/V$ ;  $P$ (视孔隙率) $=(W-D)/V$ ;  $V_i$ (不可渗透物质的体积) $=D-S$ ;  $T$ (视密度) $=D/(D-S)$ ;  $A$ (吸水率) $=(W-D)/D$ .

表3的数据可分成两个系列进行对比分析.第一系列由1号样和3号样构成,该系列以较粗的物料为主体.对细粉掺入量为10%与15%者,材料的性能基本相同;但细粉掺入量5%的材料的孔隙率达45.8%,比前两者要高很多,这表明粗料易形成较高的孔隙率.

第二系列中5号样的体密度比4号样者小得多,而其孔隙率达61%,吸水率达68%.就孔隙率和吸水率而言,该材料的特性颇为诱人.

比较第一、二系列的参数发现,较细的物料(4号样)生产的材料的孔隙率也可达39.8%,这为利用细粉煤灰提供了依据,有利于粉煤灰的处理.

## 3 讨论

从表2和表3看出,用粉煤灰做多孔材料是可行的.例如,不作任何处理的3号样的孔隙率可达45.8%,而5号样的结果更令人鼓舞,尽管水在其中

表1 烧结(1350℃)前后粉煤灰样品的特征

Table 1 Features of fly-ash samples before and after sintering at 1350℃

样号	样品粒度特征	烧前样重和颜色	烧后样重和颜色
1	小于150~大于200目样品85%; 小于340目样品15%	2g, 灰黑色	1.75g, 失重12.5%. 土黄色*
2	小于150~大于200目样品90%; 小于340目样品10%	2g, 灰黑色	1.78g, 失重11%. 土黄色*
3	小于150~大于200目样品95%; 小于340目样品5%	2g, 灰黑色	1.71g, 失重14.5%. 土黄色*
4	小于200目~大于340目样品	2g, 灰黑色	1.84g, 失重7.7%. 土黄色*
5	小于200目~大于340目样品	2g, 灰黑色; 经水浸泡处理, 并有少许黑色漂珠被吸出	1.82g, 失重9%; 表面有约1mm浅白色薄层, 含很少量的褐色斑点; 其下为土黄色*

\* 含30%左右褐色斑点(Fe质).

表2 粉煤灰烧结样品的几种质量值

Table 2 Mass values of sintered samples g

样号	干重( $D$ )	湿重( $W, 20^\circ\text{C}$ )	水中重( $S, 20^\circ\text{C}$ )
1	1.749 9	2.195 0	0.960 2
2	1.772 6	2.218 5	0.978 9
3	0.624 3	0.861 3	0.344 0
4	1.829 8	2.366 0	1.021 2
5	0.493 2	0.829 4	0.279 5

表3 粉煤灰多孔材料的有关物理参数

Table 3 Physic parameters of fly-ash porous materials g

样号	$V$	$B$	$P$	$V_i$	$T$	$A$
1	1.234 8	1.417 2	0.360 5	0.789 7	2.215 9	0.254 3
2	1.239 6	1.429 9	0.359 7	0.793 7	2.233 3	0.251 6
3	0.517 3	1.206 8	0.458 1	0.280 3	2.227 3	0.379 6
4	1.344 8	1.360 6	0.398 7	0.808 6	0.262 9	0.293 0
5	0.549 9	0.896 9	0.611 4	0.213 7	2.307 9	0.681 6

的作用尚需进一步研究.以3号样配方板材(1000mm×1000mm×7mm)为例,生产1m<sup>2</sup>的多孔材料可消耗粉煤灰6.84kg,则10000m<sup>2</sup>的板材可消耗粉煤灰68.4t.如果该材料的性能适合用作消、隔音或隔热材料,那么一项地铁建设需用这种板材300000m<sup>2</sup>,那么此一项工程可消耗粉煤灰2052t.则全国各地的高速公路、城市高架道路和城市建设正蓬勃发展,需要大量合适的多孔隔音隔热材料,故粉煤灰多孔材料大有用武之地.如果用该材料生产高层建筑的墙砖,既隔音隔热又质轻,其粉煤灰的消

耗量亦相当可观. 表 3 的数据还表明, 粉煤灰多孔玻璃材料也可用于农业, 这又是一个能大量消耗粉煤灰的领域.

作者在制作材料时已考虑不造成二次污染, 仅仅利用粉煤灰, 这既符合经济和环境保护的原则, 同时又能大量消耗粉煤灰, 达到治理目的.

#### 参考文献:

- [1] 王福元, 吴正严. 粉煤灰利用手册[M]. 北京: 中国电力出版社, 1998. 345~401.
- [2] 吕梁, 侯浩波. 粉煤灰性质与利用[M]. 北京: 中国电力出版社, 1998. 6~16.
- [3] Richerson D W. Modern ceramic engineering, properties, processing and use in design [M]. New York: Marcel Dekker Inc, 1992. 127.

## PRELIMINARY STUDY OF POROUS MATERIAL FROM FLY-ASH

He Yong Li Chao

(Faculty of Material Science and Chemical Engineering, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** This paper presents the manufacture of the porous materials from the fly-ash at the Qingshan Power Station, Wuhan. Two of our sintered samples have their porosities of 45.8% and 61%, respectively. This kind of materials may serve as the muffling and heat-insulating material used for the highway and urban or rural constructions. The manufacturing of this kind of materials can consume a large amount of fly-ash to protect our environment.

**Key words:** fly-ash; porous material; environment protection.